

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

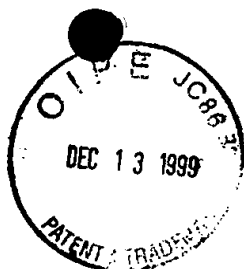
**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

684.2902



PATENT APPLICATION

#4  
Priority  
Paper  
1-18-00  
A. J. J. J.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
MASAAKI NAKABAYASHI, ET AL. ) : Examiner: Not Assigned  
Application No.: 09/401,660 ) : Group Art Unit: 2872  
Filed: September 23, 1999 ) :  
For: DIFFRACTIVE OPTICAL ) : December 13, 1999  
ELEMENT AND METHOD OF :  
MANUFACTURE OF THE SAME )

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the  
International Convention and all rights to which they are  
entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese  
Priority Applications:

JAPAN	10-287294	September 24, 1998
JAPAN	11-250851	September 3, 1999

Certified copies of the priority documents are  
enclosed.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

Tom Gellenthien  
Attorney for Applicants

Registration No. 39,683

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

TTCG\lmj

09/401, 669  
Masaoaki Nakabayashi, al.  
Filed September 23, 1999

CFE 02902 US (1/2)  
287294/1998

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年 9月24日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第287294号

出 願 人

Applicant(s):

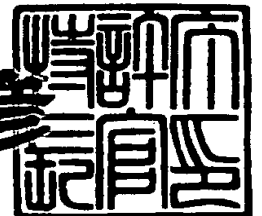
キヤノン株式会社



1999年10月15日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3070907

【書類名】 特許願

【整理番号】 3510017

【提出日】 平成10年 9月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 5/18

【発明の名称】 光学素子の製造方法

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 中林 正明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 寺田 順司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 林 専一

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100075948

【弁理士】

【氏名又は名称】 日比谷 征彦

【電話番号】 03-3852-3111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013365

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703876

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の周期構造上に第 2 の周期構造を型成型によって形成する光学素子の製造方法であって、前記第 1 の周期構造が形成された基板上的のアライメントマークを用いて前記第 2 の周期構造を成型するための型の位置合わせを行うことを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項 2】 前記位置合わせは前記アライメントマークに前記第 2 の周期構造を成型するための型の所定部を嵌合して行う請求項 1 に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3】 前記アライメントマークは前記第 1 の周期構造を形成した基板上に設けた凸部とした請求項 1 又は 2 に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 4】 前記第 1 の周期構造の高さは前記第 2 の周期構造の高さよりも高くする請求項 1 ～ 3 の何れかの請求項に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 5】 前記第 1 及び第 2 の周期構造は回折格子とした請求項 1 ～ 4 の何れかの請求項に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 6】 前記請求項 1 ～ 5 の何れかの請求項に記載の方法により製造した光学素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、異なる材質の周期構造を重ね合わせた光学素子の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から、光学系の色収差の補正は、分散が異なる硝材から成る光学素子を組み合わせることにより行われており、またレンズ等の屈折型光学系ではなく、回折型光学系を用いることが、文献 SPIE, Vol. 1354 第 24 ～ 37 巻に

開示されている。

【0003】

分光特性を有する光学系に回折効率を有する回折面を付加する場合は、使用する波長領域における回折効率を高く保つことが大切である。しかし、設計次数以外の次数の光は、次数が離れる程、回折角が大きくなり、焦点距離の差が大きくなるためにデフォーカスとして現れ、特に高輝度な光源が存在する場合には、サイドローブが見られることがある。

【0004】

2層構造の回折光学素子は、色収差の補正効果を有する光学系において、使用波長の領域内で設計次数近傍の回折効率を大幅に低減することができるので、この回折光学素子を応用することにより、画質及び情報においてかなりの品質向上が期待できる。しかし、この回折光学素子は光学的性能向上の反面で、製造方法が非常に複雑でかつ高コストとなり、実用が難しいという問題がある。

【0005】

このために、2層以上の多層構造を有する回折光学素子は、半導体製造工程であるフォトリソグラフィ法により形成されており、このフォトリソグラフィ法はフォトレジストと呼ばれる感光性の樹脂を保護膜として微細なパターンニングをした後に、エッチング加工を行って、現像処理したフォトレジストのパターンを基板に転写する技術である。

【0006】

図10は従来のフォトリソグラフィ法による8段構造の階段状格子の製造工程の模型的な断面図を示す。図10(a)において、基板1にスピナーでフォトレジスト2を塗布した後に、光束Lを照射してパターン露光を行う。図10(b)において現像、リンス、ポストバーク処理を行って、図10(c)においてエッチング加工した後に、洗浄して残留フォトレジスト2を剥離し、2段の階段形状が形成される。図10(d)～(f)において、図10(a)～(c)と同様の処理を行って4段の階段形状が形成され、更に図10(g)～(i)において処理を繰り返すことにより、図10(j)に示すような8段の階段形状が完成する。

【0007】



また、図 10 の方法を応用した 2 層構造の回折光学素子の製造方法が知られており、図 11、図 12 に回折型レンズとして、所望の 2 層構造の回折光学素子を作成する工程の断面図を示す。図 11 (a) において石英ガラス基板 3 上に有機性被膜材料 4 を載せ、石英ガラス製の第 1 型 5 を被せて紫外線を照射し、図 11 (b) のように有機性被膜材料 4 による階段形状を形成する。その後、図 11 (c) においてイオンエッチングを行って、図 11 (d) に示すように石英ガラスの回折格子 6 を形成する。

#### 【0008】

図 12 (e) において、石英ガラス回折格子 6 上に  $\text{TiO}_2$  膜 7 を成膜し、図 12 (f) において  $\text{TiO}_2$  膜 7 上に有機性被膜材料 4 を載せ、更に第 1 型 5 と階段形状が逆方向の石英ガラス製の第 2 型 8 を被せ、紫外線を照射して図 12 (g) に示すように有機性被膜材料 4 の階段形状を形成する。図 12 (h) において再びイオンエッチングを行って、図 12 (i) に示すように石英ガラス回折格子 6 上に、 $\text{TiO}_2$  膜による高分散回折格子 9 を形成する。

#### 【0009】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の製造方法においては、所望の 2 層構造の回折光学素子を作成するためには、製造工程が多くなって製造コストが掛かり、通常のカメラ等の機器用素子として普及させることは難しい。

#### 【0010】

また、通常の平面構造を転写する露光方式でのリソグラフィ法も知られているが、この方法では 1 回の工程で回折光学素子の形状条件である立体形状の高さを所望の分布に制御できず、結局は異なる高さ（厚み）設定がある場合には、フォトリソグラフィ法の工程を複数回繰り返して、所望の格子構造を完成する必要がある。更に、図 11 の上側の 2 層目に形成する回折格子についても、下側の 1 層目の回折格子に対して高さ（厚み）が均一でないために、多工程を実施しなければならないという問題がある。

#### 【0011】

本発明の目的は、上述の問題点を解消し、高精度な光学素子を製造する光学素

子の製造方法に関するものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記の目標を達成するための本発明に係る2層回折光学素子は、第1の周期構造上に第2の周期構造を型成型によって形成する光学素子の製造方法であって、前記第1の周期構造が形成された基板上的のアライメントマークを用いて前記第2の周期構造を成型するための型の位置合わせを行うことを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明を図1～図9に図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

図1は第1の実施例の8段階構造の回折光学素子の断面図を示し、硝子基板10上に第1の回折格子（第1の周期構造）11が形成され、第1の回折格子11上に第2の回折格子（第2の周期構造）12が形成されている。第1の回折格子11は高屈折率で分散の大きい変性エポキシアクリレートの主成分とする光硬化樹脂で成形し、第2層の回折格子12は低分散のアクリレート系紫外線硬化樹脂で成形されている。それぞれの樹脂の選択については、光学的設計により2種以上の樹脂材料のコンビネーションにより決まるので、用途により任意に選択することができ、また重ねる順序も同様に任意で選択することができる。

【0014】

2層の複合回折光学素子の設計例として、次の樹脂を使用する。

第1層材料の主成分：変性エポキシアクリレート

硬化後の屈折率 1.598

アッベ数 28

第2層材料の主成分：ウレタン変性ポリエステルアクリレート

硬化後の屈折率 1.525

アッベ数 50.8

【0015】

ここで、使用波長領域の光束が特定次数に集中する格子構造とするためには、例えば波長486.13nmのC線と656.27nmのF線において高い回折

効率を得るようにすることが必要であり、形状は次のような条件を満たさなければならない。

$$\begin{aligned} 656.27/8 &= |(\text{Na}_F - 1) \cdot da - (\text{Nb}_F - 1) \cdot db| \\ 486.13/8 &= |(\text{Na}_C - 1) \cdot da - (\text{Nb}_C - 1) \cdot db| \\ \text{【0016】} \end{aligned}$$

ただし、 $\text{Na}_F$  は F 線に対する第 1 層の屈折率

$\text{Nb}_F$  は F 線に対する第 2 層の屈折率

$\text{Na}_C$  は C 線に対する第 1 層の屈折率

$\text{Nb}_C$  は C 線に対する第 2 層の屈折率

da は第 1 層の回折格子の段差

db は第 2 層の回折格子の段差

【0017】

このような条件を満たすための形状寸法は例えば次のようになる。

$$da = 2355 \text{ nm}$$

$$db = 2818 \text{ nm}$$

【0018】

図 2 は 2 層の複合回折光学素子の製造工程の断面図を示し、先ず図 2 (a) で第 1 の回折格子 12 を成形する石英硝子基板 10 の表面に、シランカップリングを均一にスピンナで塗布した後に、オーブンで乾燥する。カップリングは離型の際に石英硝子から成る基板 10 と図 2 (b) に示す第 1 層の樹脂材料 13 との密着性を、第 1 層の石英第 1 型 14 と第 1 層の樹脂材料 13 との剥離性よりも大きくして、成形された樹脂材料 13 を石英硝子基板 10 に十分に定着させる機能を持っている。

【0019】

図 2 (b) で石英硝子が所望の形状を有するように設計した石英硝子の第 1 型 14 を使って成形し、紫外線を照射し硬化させる。そして、第 1 型 14 を離型すると、図 2 (c) に示すように第 1 の回折格子 11 が形成される。

【0020】

次に図 2 (d) において、第 2 層の樹脂材料 15 を第 1 の回折格子 11 上に載せ

、第2型16により上述と同様に成形して硬化させる。これによって、図2(e)に示すような2層の複合回折格子が形成される。

#### 【0021】

2層目の回折格子12は、1層目の回折格子11のピッチと高精度にアライメントする必要であり、このときにずれがあると、ピッチ単位で設計した補正効果が低減するだけでなく、本来の回折を乱してレンズとしての機能も失ってしまう。従って、本実施例では図3、図4に示すように、第1層の成形時に第1型14の凹形状14aによってアライメントマーク11aを基板10上に転写しておき、そのマーク形状に第2型16の凹形状16aを合わせることで、高精度のアライメントを行っている。

#### 【0022】

また、第2層の回折格子12の成形時に、その光学樹脂材料15の厚みが第1層の回折格子11の高さよりも小さいと、第2型16が石英上の紫外線硬化樹脂製格子構造に嵌合しなければならないために、アライメントの正確さと嵌合寸法の設定が難しいだけでなく、第2型16及び第1層の回折格子11を破損する可能性がある。これを回避するためには、回折光学素子の設計においては理論上、層の順番は影響しないので、格子高さが小さい層を下地側に設定する。

#### 【0023】

第2層の回折格子12は、離型後は第1層の回折光子11に完全に密着していなければならないので、樹脂同士の接着強度が離型に対して十分あるように、型には離型剤処理を施して離型性を良くする。そして、離型処理は十分に希釈した離型剤に浸漬した後に、蒸気洗浄などで余分な離型剤が微細形状を乱さないように留意する必要がある。

#### 【0024】

2層に成形した樹脂の厚さは、実際にはそれぞれ各層の合計厚みよりも厚くなり、加熱して粘度を下げたり加圧成形しても、格子部分のみの厚さにはならない。しかし、格子面内での厚さが均一であれば、透過する光束全体に対しての影響は等しくなり、回折格子としての性能に支障は生じないので、各層の厚さを均一化することが重要となる。また、焦点が短い回折光学素子では画角が大きくなる

ために、樹脂厚が大きいと画角により光束の方向が素子内部でずれ、補正効果が低減してしまう。従って、樹脂の厚さを極力小さくし、画角と樹脂厚を十分に考慮して素子設計を行うことが大切である。

## 【0025】

石英から成る樹脂材料の成形型は、フォトリソグラフィ工程により製造する。例えば、転写する型の形状が階段状格子の場合は、従来例の図12と同様に、フォトリソグラフィ工程を複数回繰り返すことによってできる。また、一般に高屈折樹脂は耐候性が劣るものが多いので、比較的安定している樹脂を第2層に使用して性能を保持することが、構成を決める上で重要である。

## 【0026】

図5は第2の実施例の断面図を示し、ランタン硝子をエッチングして作成した回折格子17上に、レプリカ回折格子12を成形している。

## 【0027】

第1層材料の主成分：ランタン硝子

屈折率 1.678

アッベ数 55.3

第2層材料の主成分：変性エポキシアクリレート

硬化後の屈折率 1.598

アッベ数 28

## 【0028】

ランタン硝子の加工は、フォトリソグラフィを行う方法と、ランタン硝子基板に被膜材料を成形して異方性エッチングを行うことにより、ランタン硝子表面に形状を転写する方法とがあるが、生産性を考えると後者の方法が有利である。何れの方法においても、回折格子17を形成すると共に回折格子17以外の部分に、図3、図4に示すようなアライメントマーク11aを形成し、レプリカ回折格子12の型を、そのアライメントマーク11aに合わせることによって、高精度のアライメントを行っている。

## 【0029】

第1の実施例と同様にして、第2の回折格子を樹脂により成形する。このとき

、補正条件を満たす形状を算出すると、次のようになる。

【0030】

第1層の格子段差： $da = 2042 \text{ nm}$

第2層の格子段差： $db = 2204 \text{ nm}$

【0031】

なお、ランタン硝子以外の他の硝子材料についても、同様の光学設計をすれば  
 所望の回折光学素子を製作することができる。

【0032】

また、ブレードタイプの格子構造から成る2層回折光学素子にも適用すること  
 ができ、第1の実施例の材料の組み合わせで次のような関係が満たされること  
 により、先に述べた2層による効果を保つことができる。なお、 $\lambda_D$ 、 $\lambda_F$ 、 $\lambda_C$   
 $\lambda_C$  はそれぞれD線、F線、C線の波長、 $Nb_D$  はD線に対する第2層の屈折率であ  
 る。

【0033】

$$m\lambda_D = (Na_D - 1) \cdot da - (Nb_D - 1) \cdot db$$

$$m\lambda_F = (Na_F - 1) \cdot da - (Nb_F - 1) \cdot db$$

$$m\lambda_C = (Na_C - 1) \cdot da - (Nb_C - 1) \cdot db$$

【0034】

実施例としては、次のように高さを設定し、型はダイヤモンドバイトにより切  
 削し加工する。

【0035】

第1層目の格子の高さ： $h1 = 21.07 \mu\text{m}$

第2層目の格子の高さ： $h2 = 22.54 \mu\text{m}$

【0036】

図6は第3の実施例の三角波形状の2層回折光学素子の断面図を示す。第2の  
 実施例で、ランタン硝子をエッチングして作成した回折格子17の上に、レプリ  
 カ回折格子12を成形したものに関し、階段状の格子形状ではなく三角波形状の  
 回折格子18を形成する。硝子の微細加工は、エッチングレートから算出した三  
 角波状にフォトリソを成形した後に、異方性エッチングを行うことにより達

成でき、その後に第2の実施例と同様に第2の回折格子19を樹脂により成形する。

#### 【0037】

図7は2層回折光学素子20の正面図を示し、1つの格子はピッチの境界のみを実線で表し、1つの格子ピッチ内の階段構造の境界線は省略してある。この2層回折光学素子20は、設計次数の回折光の回折効率を使用波長全域で高くすることができるので、良好な光学性能を発揮することができる。なお、鋸歯状断面を8レベルの階段構造で近似したものを示しているが、8レベル以外の近似、例えば4レベルや16レベルでも製造可能である。

#### 【0038】

図8は2層回折光学素子20を有するカメラの正面図、図9は側面図を示している。カメラ本体21には撮影光学系22及びファインダ光学系23が配置されており、2層回折光学素子20は撮影光学系32中やファインダ光学系33中の任意の位置に設けることができる。このようにして、2層回折光学素子20をカメラ等の光学機器の光学系に使用することにより、光学機器の光学性能を向上させることができる。

#### 【0039】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明に係る光学素子の製造方法は、第1の周期構造が形成された基板上に型を用いて第2の周期構造を成形する際に、低コストで高性能の素子を量産することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

2層階段状回折格子の断面図である。

##### 【図2】

製造方法の断面図である。

##### 【図3】

アライメントマークの説明図である。

##### 【図4】

アライメントマークの説明図である。

【図 5】

硝子と樹脂の 2 層回折光学素子の断面図である。

【図 6】

2 層ブレード回折格子の断面図である。

【図 7】

2 層回折光学素子の正面図である。

【図 8】

2 層回折光学素子を有するカメラの正面図である。

【図 9】

側面図である。

【図 10】

従来例の 8 段階段状回折格子の製造方法の断面図である。

【図 11】

2 層の 8 段階段状回折格子の製造方法の断面図である。

【図 12】

2 層の 8 段階段状回折格子の製造方法の断面図である。

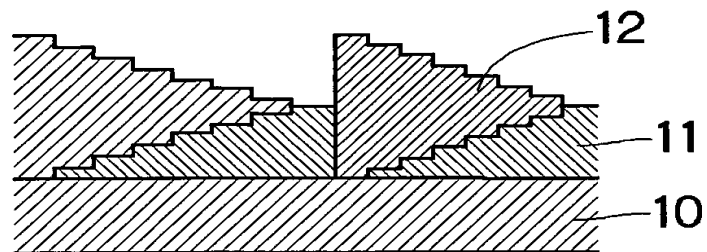
【符号の説明】

- 10 石英硝子基板
- 11、12、17 階段状回折格子
- 13、15 樹脂材料
- 14、16 成型型
- 18、19 三角波状回折格子
- 20 2 層回折格子
- 21 カメラ
- 22 撮影光学系
- 23 ファインダ光学系

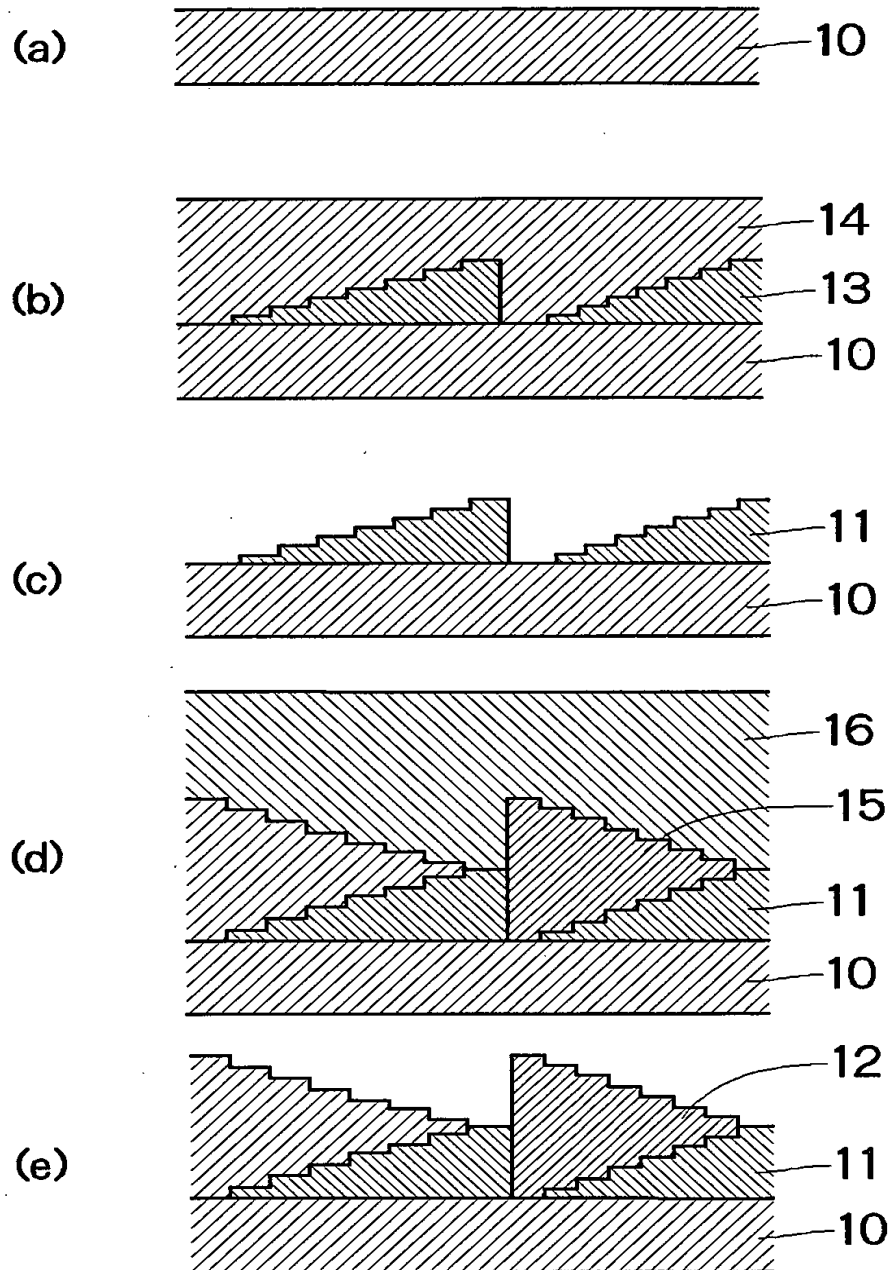


【書類名】 図面

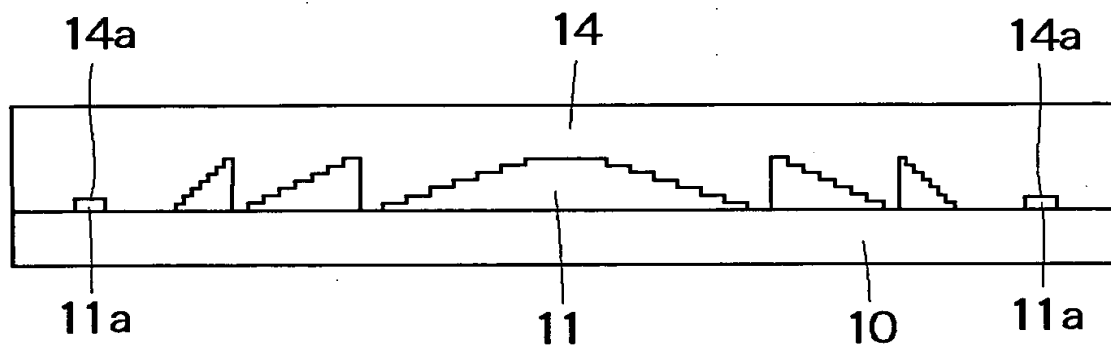
【図 1】



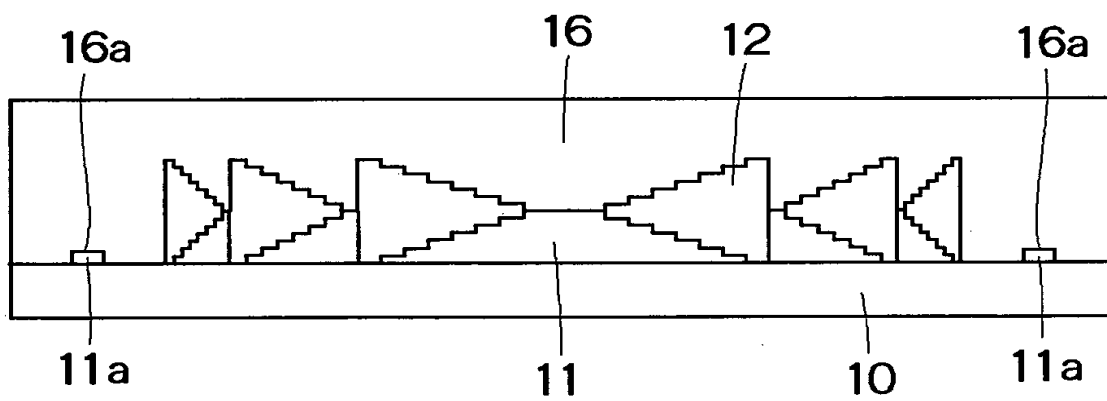
【図 2】



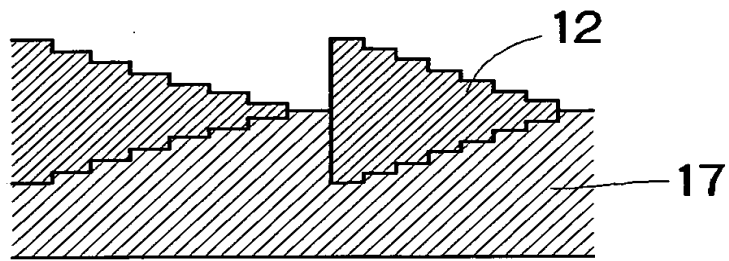
【図 3】



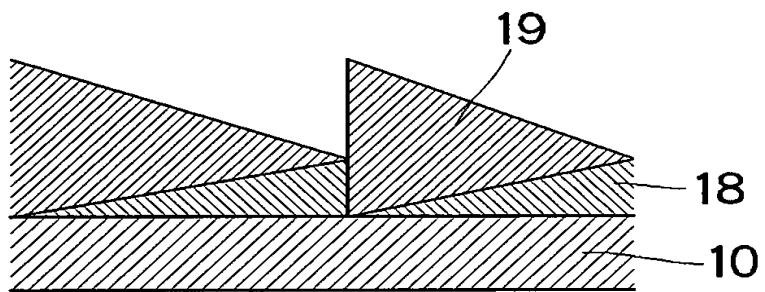
【図 4】



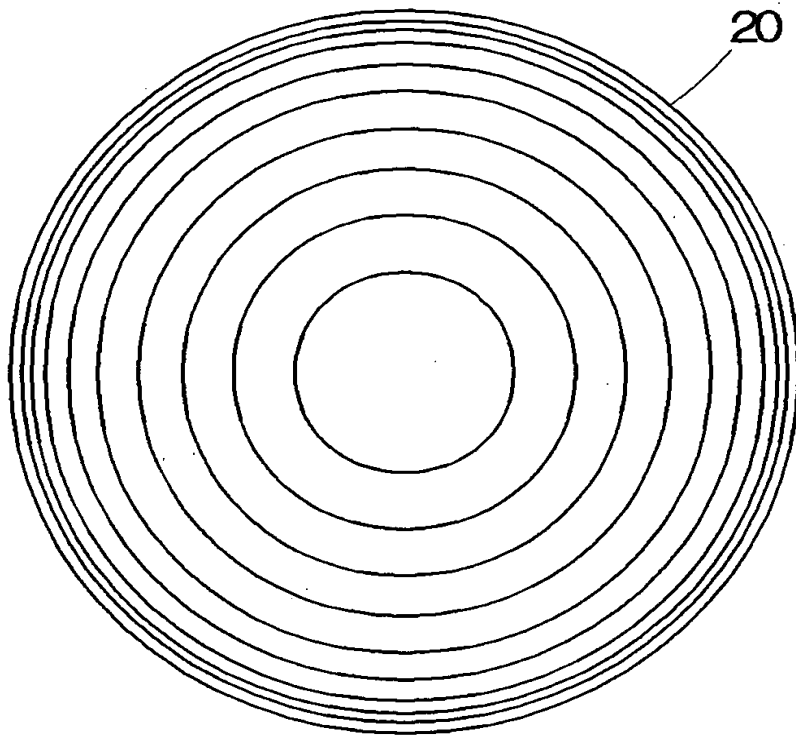
【図 5】



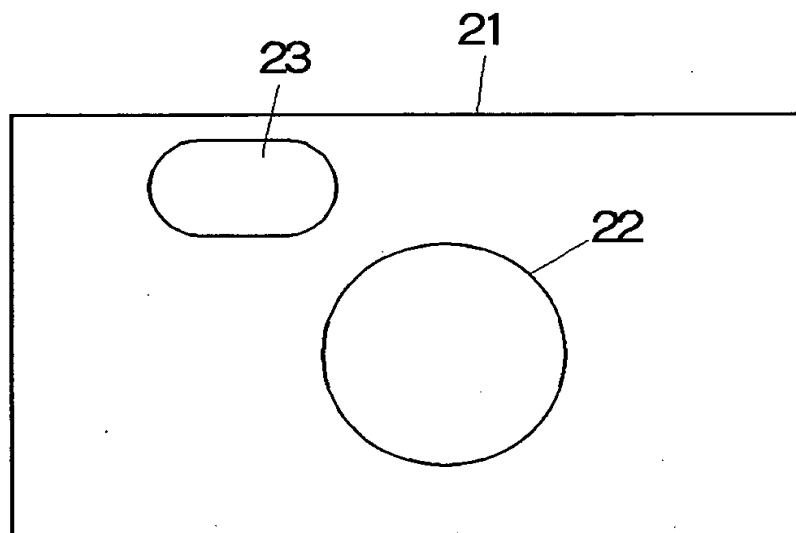
【図 6】



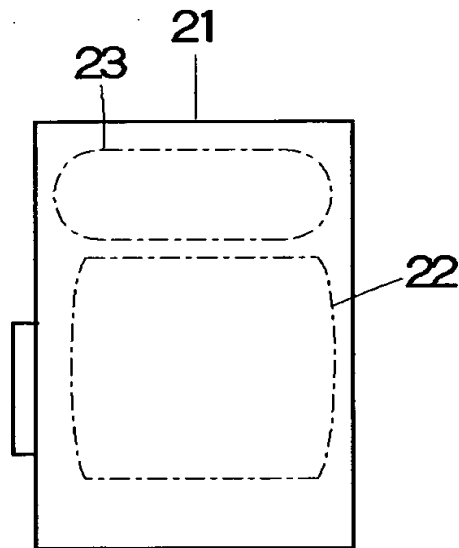
【図 7】



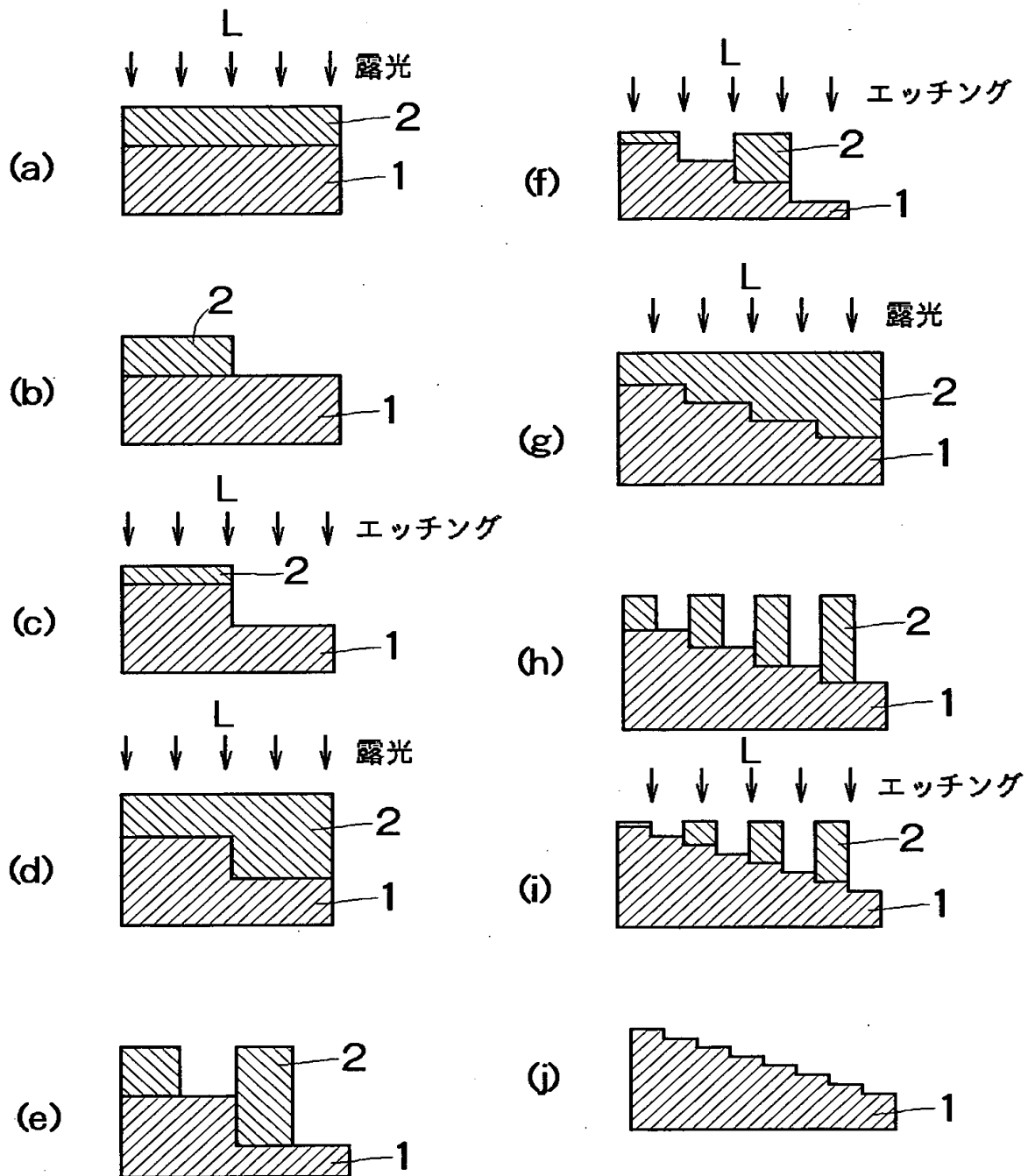
【図 8】



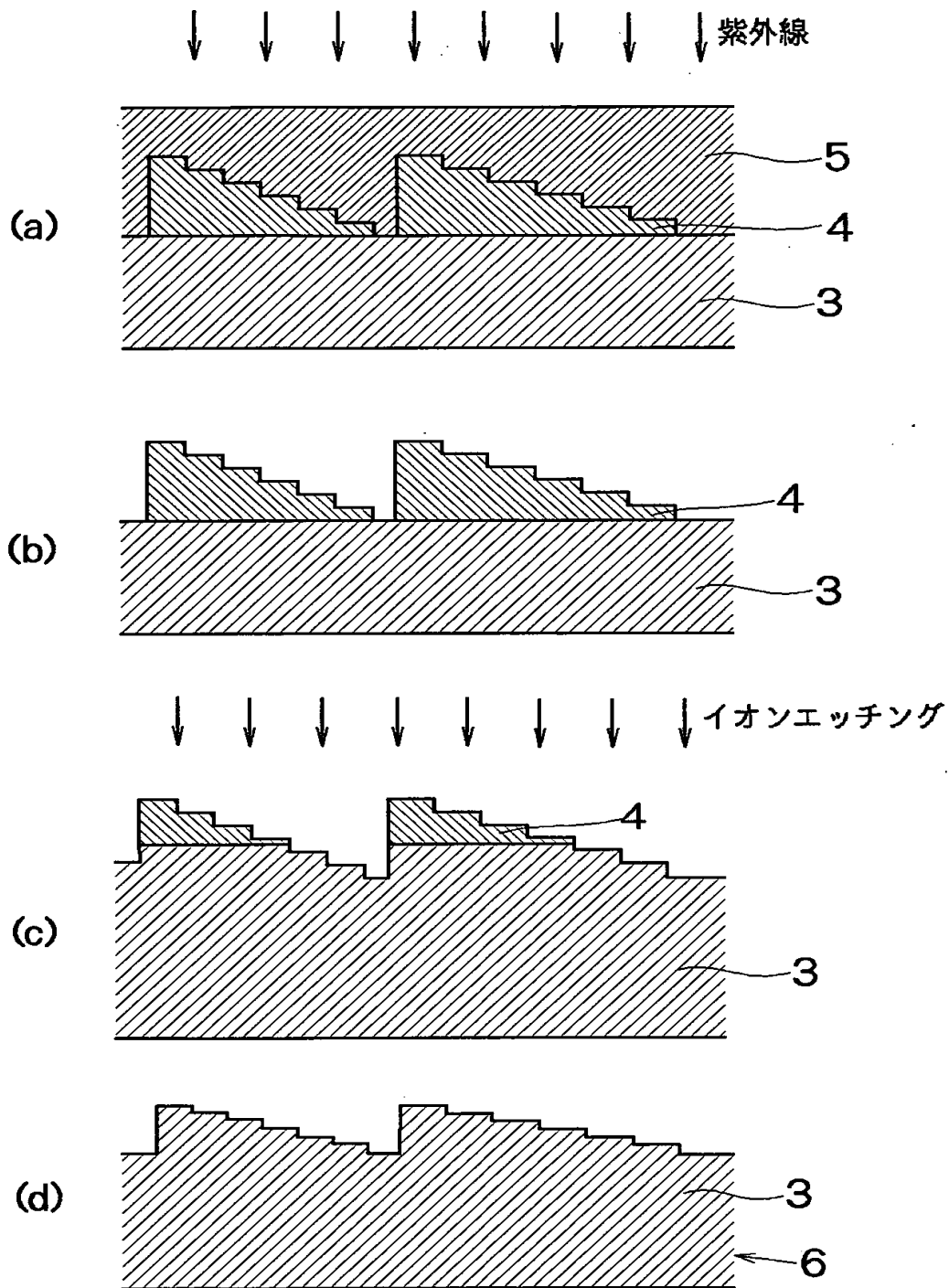
【図9】



【図 10】

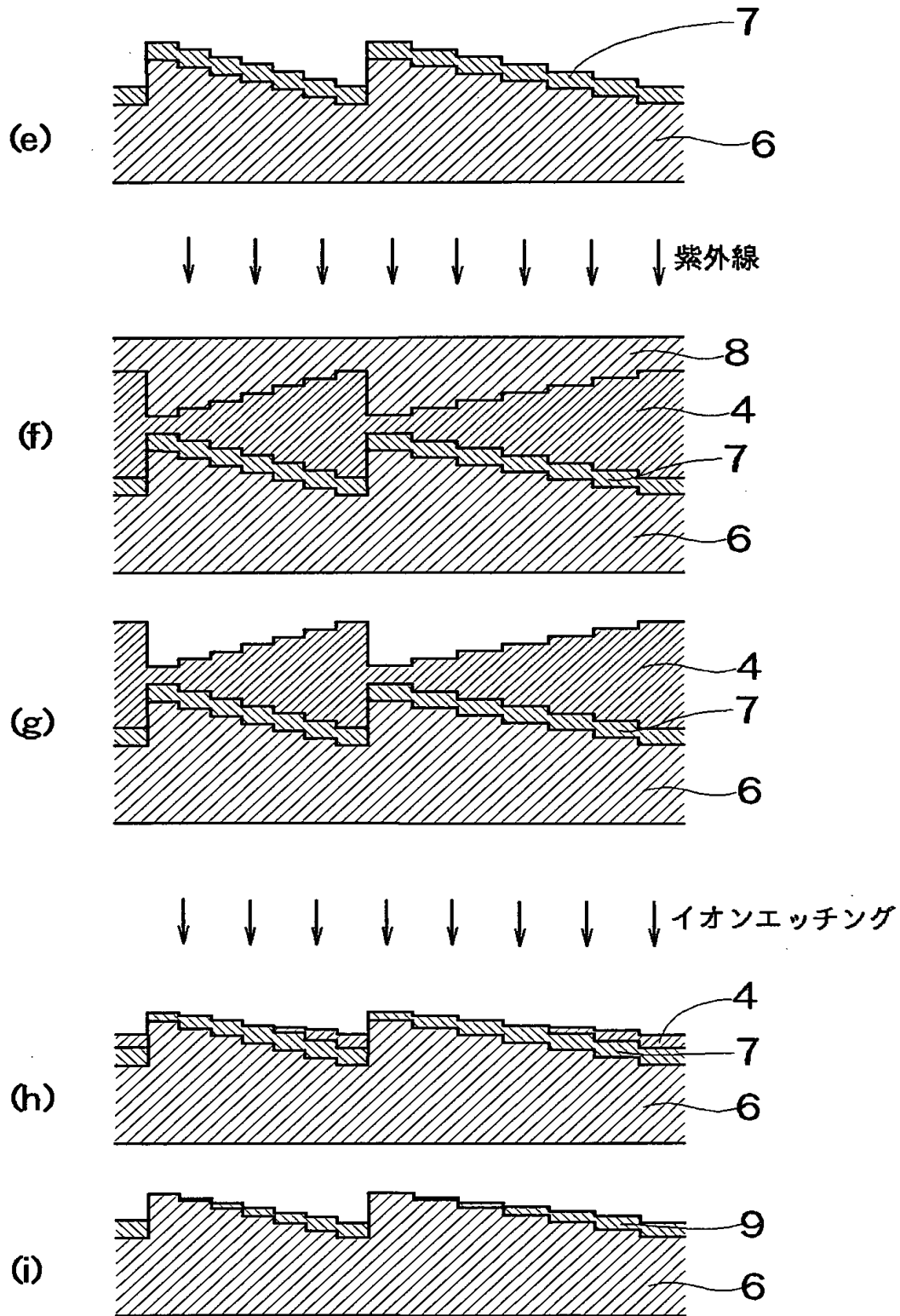


【図 11】





【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高精度な光学素子を製造する。

【解決手段】 第1層の成形時に第1型14の凹形状14aによってアライメントマーク11aを基板10上に転写しておき、そのマーク形状に第2型16の凹形状16aを合わせることで、高精度のアライメントを行う。

【選択図】 図3

【書類名】  
【訂正書類】

職権訂正データ  
特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000001007

【住所又は居所】

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

【氏名又は名称】

キヤノン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100075948

【住所又は居所】

東京都足立区梅島3-3-24 ステーションプラ  
ザ318 日比谷特許事務所

【氏名又は名称】

日比谷 征彦

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社